

## 農工大の数学教育に関わる最近の試み

合田洋 (工学部・有機材料化学科)

### Attempts on Education of Mathematics at TUAT

Hiroshi GODA (Tokyo University of Agriculture and Technology)

**要約:** 東京農工大学での初年次数学教育におけるここ数年の試みのうち、シラバス、統一試験などについてその概要を報告する。

[キーワード: 数学教育, 初年次教育, 評価, 評定, 均質化]

#### 1 はじめに

本学で初年次数学の教育を担当している教員 (現在, 大学院共生科学技術研究院・数理科学部門に所属している教員) によってここ数年の間に行われてきた数学教育に関わる試みのうち、平成14年度「数学教育改善プロジェクト」、シラバスの統一、微分積分学統一試験、基礎学力調査、教養教育協議会における検討について簡単に紹介、報告する。

#### 2 平成14年度「数学教育改善プロジェクト」

我々は、平成14年度教育改革・改善プロジェクト経費 (学長裁量経費) に、(1) CAP制導入に向けた、成績評価の均質化への対応、(2) 高大連携による初年次学生に対する数学教育の改善 を目的として応募し、採択された。このプロジェクトでは

- ① 本学・工学部で初年次学生に対して行っている授業内容の検討、
- ② 平成14年度に行った試験、成績評価の方法および評価結果の分布の調査、
- ③ 「教育における評価をめぐる」をテーマにした講演会、

などが行われた。GPA制度の導入が検討され始めた頃から頻繁に議論されるようになった「複数の教員がひとつの科目を分担して担当する際、成績評価をどのようにして均質化するか?」という問題が、このプロジェクトの出発点となる問題であった。検討結果の詳細は報告書

(参考文献[2]) を参照して頂く事として、ここで議論された内容が後述の試みにつながっていき、実際に平成15年度以降、ここでの検討結果に基づいて授業内容・評価の均質化を図っていることを注意しておく。

#### 3 シラバスの統一

2 のプロジェクトにおいて、工学部の線形代数学 I, 同 II, 微分積分学 I および演習, 微分積分学 II および演習の授業内容を検討した。そしてその検討結果を元に農工大工学部での当該科目の標準とされるシラバスの作成を行った。これを担当教員に配布し授業の均質化を目指している。しかしながら、常勤の教員にはこれらが行き届くものの、当大学の初年次数学の教育の半分程は非常勤の教員の方々に担当して頂いている現状がある。授業担当をお願いしている先生方にその内容まで強制するのは、なかなか困難を伴うので、「標準」ということで、提示させて頂いている。さらに、今後、担当する委員が変わっても受け継がれるように、ホームページ (後述) に掲載することで、途切れることないように配慮することとした。(8 注(1),(2) 参照。)

#### 4 微分積分学統一試験

2 のプロジェクトにおいて、行うことが好ましいが様々な要因 (特にマンパワー不足) から不可能ではないかと報告された統一試験を平成16年度後期に試行し、平成17年度から本格的に実施している。

3 で述べた標準シラバスの内容に則り、当該科目に関しすべての学科の1年生が是非修得しておくべきと考えられる問題を作成し、各学期の試験期間 (特に水曜日

の1限)に実施している。個々の教員が行う中間試験等の評価と統一試験を4:6~6:4の比率で最終成績を各教員(非常勤講師も含めて)にお願いしている。単に標準的シラバスを提示しただけではなかなか実際に授業内容や評定を均質化するの難しいと想像されるが、この試験を課すことによってより均質的に内容の充実が進んできた実感している。過去問はホームページに掲載しており、学生諸君がそれらを参考にのみならず、非常勤講師の先生方の中にもそれを参考に授業内容を修正したり演習問題を作成する傾向がでてきた。

一方で、いくつかの問題点もある。上記4:6~6:4とした比率は妥当なものであろうか。さらに、統一して行うので、問題は全ての学生に対して同じ試験問題であり、そして、同時刻に全ての学生に同じ条件で受験してもらっている。工学部の1年生は約520名。加えて再履修の学生(2-4年生)が対象になる。工学部にこの全員を収容できる教室はないので、いくつかの教室に分けて試験を実施せねばならない。この人数を不平等なく同環境で受験してもらうにはどうしても人手が必要になる。さらに採点の問題がある。こちらも公平性を保たねばならないことは言うまでもない。その上、成績提出締め切りがあるため、短時間で行わねばならない。ちなみに、今年度後期の統一試験は2月18日(水)1限に予定しており、4年生の成績報告締め切りは20日(金)である。非常勤講師の先生方に結果を報告し最終成績をつけてもらう時間を考えると、時間が無いことは理解して頂けるであろう。平成20年4月から、我々の部門から一名が転出し現在一名欠員状態である。これらのことを鑑みると、この統一試験を継続するのはもはや難しいのではないかと考えている。

なお、この試験を始めた当初は、連絡不行き届きや認知されていないことから起こる「受験もれ」も心配した。特に非常勤講師の先生への連絡を徹底し、さらに掲示を使って各学生に周知徹底するようにした。(参考までに今年度後期の掲示のコピーを図1に、統一試験の過去問を図2に掲載する。)

## 5 基礎学力調査

平成16年度から新入生、新2年生を対象に基礎学力調査を実施している。これは入学時に新入生が実際に数学に関するどれだけの基礎学力を備えているか、新2年生に対しては、春休みを終えて1年次に履修した数学がどれだけ定着をしているかを教員が把握確認するために導入した。新入生に対しては4月の最初の講義の際に高校数学における基本的と思われる問題、2年生について

# 微分積分学 II および演習

(水曜1, 2時限・木曜3, 4時限開講)

## 後学期統一試験について

「微分積分学 II および演習」について、下記日程で統一試験を行います。

**【後学期統一試験日程】**  
 日時: **2月18日(水) 1時限**  
 場所: **L0026 F, E1, E2**  
**L0111 Ma, Mb, Mc**  
**L1321 G, K**  
**L1331 L**  
**L0811 S**  
**L0035 P**

通常の講義室と異なる場合がありますので注意すること。

**【注意】** 再履修生等で他の科目の試験と重複してしまう学生は**2月6日(金)**までに合田(12号館211号室)まで申し出ること。また、試験に関する詳細は下記 URL を参照のこと。

<http://www.tuat.ac.jp/~mathsci/exam.html>

図1: 統一試験掲示

「微分積分学 II および演習」後学期統一試験  
2020年2月18日実施  
東京理科大学・数学専攻

【問題】 次の  にあてはまる適当な数式、記号などを記入しなさい。

(1)  $x = \frac{2y}{x^2 + y}$  のとき、 $dx + ydy = \frac{\quad}{\quad}$ 。

(2)  $z = \sin(x - y)$ ,  $x = u^2 + v^2$ ,  $y = 2uv$  のとき、 $z_u - z_v$  を  $u, v$  の関数として表すと  $z_u - z_v = \frac{\quad}{\quad}$ 。

(3) 関数  $f(x, y) = x^2 + y^2 - 9xy + 27$  は  $(x, y) = \frac{\quad}{\quad}$  において極小値  をもつ。

(4) 点  $P(1, 1)$  の近くで  $x^2 - 2y^2 + 2xy = 0$  の楕円線として与えられる関数  $y = y(x)$  について、 $y'(1) = \frac{\quad}{\quad}$ ,  $y''(1) = \frac{\quad}{\quad}$ 。

(5) 曲線  $x = xy$  の点  $(1, 1)$  における法線の方程式は 。

(6)  $D = \{(x, y) \mid x \geq 0, y \geq 0, x + y \leq 1\}$  のとき、 $\iint_D (1 - x - y) dxdy = \frac{\quad}{\quad}$ 。

(7)  $D = \{(x, y) \mid \frac{1}{2} \leq y \leq 2, 1 \leq x \leq 2\}$  のとき、 $\iint_D ye^{xy} dxdy = \frac{\quad}{\quad}$ 。

(8) 立体  $\Omega = \{(x, y, z) \mid 0 \leq x \leq xy, x^2 + y^2 \leq 1, x \geq 0, y \geq 0\}$  の体積は  である。

(9) べき級数  $\sum_{n=0}^{\infty} x^n$  の収束半径は  である。

(10)  $\log(1+x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^{n+1}}{n} x^n$  ( $|x| < 1$ ) を用いると、 $\log(2+x^2)$  のマクローリン(べき級数)展開の収束半径は  であり、 $x^2$  の係数は  である。

学科:  学籍番号:  氏名:

図2: 統一試験

は1年次の数学における基本と思われる問題を解いてもらっている。特に新入生に対する基礎学力調査に対しては、「こんなことしなくても入試があるではないか」というご指摘を受けるが、最近の入試は多様化しており、本学でも様々な経路(入試)を経て入学して来るので、調

査している。平成18年度には、高校での新カリキュラムを経て入学してくる初めての新生がいることもあり、結果に対して興味津々だった。

新2年生に対する調査については当初から懸念していた人手不足が足かせとなり、平成20年度から休止している。

## 6 教養教育協議会、新教養教育協議会にて

平成19年6月から教養教育協議会が発足し、農工大の教育について議論がなされた。まず我々は小笠原教授の指揮の下、数学系科目のフローチャート、数学を活用してなされる講義科目に関するフローチャートを作成した。工学部各学科においては私個人が予想していたよりも「1年生で履修する数学系科目を修得していなければ難しい」と感じられる科目がかなり多かったのには驚いた。物理・応物系学科卒業生対象の調査（参考文献[4]）において、「有意義だった学部科目（物理以外）」で、数学が圧倒的に多かったことも教わった。

一方、この協議会に参加させて頂いたことで、農学に関わる数学について気になるようになった。そして、農学部の先生方が書かれた文献を眺めていてある傾向に気づいた。それは、定年退職された先生、かなり年配の先生が書かれた文献と比べて、比較的若い世代の先生が書かれた文献には数式、グラフが多くさらに緻密であるということであった。特に、土壌関係の文献には数学が専門の私でさえたじろいってしまうような偏微分を使った数式が最近のものには多数見られる。グラフにしてもその緻密さの違いは決定的に感じた。しっかりした数学的知識が無いと読めないと思う。

思い起こしてみると、「これからは医療統計の分野が必要不可欠だからそちらに進まないか？」とお誘いを受けたのは私が大学院生の時だったので、もう20年近く前の話になる。おそらく数十年前から研究の最先端では始まっていたのだと思うが、生物数学とか数理生態学といった言葉も最近では普通に耳にするようになった。フランス高等科学研究所(<http://www.ihes.fr/jsp/site/Portal.jsp>)という研究所がパリ郊外にある。元々数学、理論物理に特化した研究所だった所に、2005年からMathematics & Biologyという研究分野が追加された。さらに、例えば、参考文献[1]の一つの章を本学農学部教授が執筆されている。

挙げればきりがないのでこの辺りで止めるが、農学や生物学・生態学を勉強する学生にとっても今後数学を必要とする事がこれまでよりも多いことが容易に想像される状況だと考えざるを得ない。(参考文献 [3] も参照の

こと。)

教養教育協議会、新教養教育協議会においては TAT I, TAT II 科目というのを選定する必要があった。これらの状況を鑑み、数学に関する農学部のこの科目群も工学部と同じとさせて頂いた。しかしながら、数学の専任教員がいない農学部においてこれがうまく機能するかどうか非常に心配している。

## 7 部門のホームページの活用

もうすでに様々な場で行われていることは思うが、我々の部門でもホームページを立ち上げ教育に活用している。

<http://www.tuat.ac.jp/~mathsci/index.html>

をご参照頂きたい。ここには、シラバス、統一試験の過去問などがリンクされている。

## 8 注

(1) 大学で様々な試みや改善を行った場合、最初の年やその試みを行った教員が担当している間はそれが継続されるが、それが途切れた際、かなりの割合でその試みや改善が引き継がれないと感じる。それに対する方策を我々は試行錯誤している。

(2) 教養教育協議会、新教養教育協議会で議論された TAT I, TAT II 科目はこれらに数理統計を加えたものになる。平成22年度から実施されるこれらの科目に引き継ぐことを予定している。

## 9 謝辞

有益なコメントを下さった査読者の方に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] 瀬野裕美責任編集「「数」の数理生物学」日本数理生物学会編集；東京：共立出版，2008.9.シリーズ数理生物学要論 巻1).
- [2] 間下克哉，関口次郎，和田俱幸（2003）「数学教育改善プロジェクト」平成14年度教育研究改革・改善プロジェクト経費（学長裁量経費）成果報告書。
- [3] 文部科学省科学技術政策研究所 編著（2007）「数学イノベーション」工業調査会。
- [4] 覧具博義（研究代表者）「大学卒業生の進路に対応した基礎物理教育の調査・研究」（H15-16 科研費研究課題：基盤研究（c）：科学高等教育 研究成果報告書 (<http://www.soc.nii.ac.jp/jps/committee/kyoiku/report-shinro.html> にリンクされています)。